

Análises de dos escenarios de cambio climático para el 2050 en el Estado de Tabasco, México

Analysis of two climate change scenarios for 2050 in the State of Tabasco, México

DOI: 10.34188/bjaerv5n3-047

Recebimento dos originais: 06/05/2022

Aceitação para publicação: 30/06/2022

Lorenzo Armando Aceves Navarro

Ph. D. University of Nebraska – Lincoln, U. S.A.
Profesor Investigador del Colegio de Postgraduados – Campus Tabasco
Apartado Postal 24, H. Cárdenas, 86500, Tabasco, México
Correo electrónico: laceves@colpos.mx

Benigno Rivera Hernández

Doctor en Ciencias de la Universidad de Yucatán, México
Profesor Investigador de la Universidad Popular de la Chontalpa Carretera Cárdenas-Huimanguillo, km 2.0, R/a Pazo y Playa, Cárdenas, Tabasco, México
Correo electrónico: benigno.rivera@upch.edu.mx

José Francisco Juárez López

Universidad de Salamanca, España
Profesor Investigador del Colegio de Postgraduados – Campus Tabasco
Apartado Postal 24, H. Cárdenas, 86500, Tabasco, México
Correo electrónico: juarezlo@colpos.mx

Agrícola Arrieta Rivera

Maestría en Ciencias en Fruticultura/Colegio de Postgraduados - Campus Montecillo
Profesora Investigadora del Tecnológico Nacional de México/IT Zona Olmeca
Prol. Ignacio Zaragoza S/N, Villa Ocuilzapotlán, Centro, Tabasco, México
Correo electrónico: agria_39@yahoo.com.mx

RESUMEN

Este estudio presenta un análisis de dos escenarios extremos de emisiones de gases de efecto invernadero (el mejor y el peor escenario), y su efecto sobre los incrementos en la temperatura media diaria anual y la precipitación total anual en el estado de Tabasco para el año 2050. Para ello se utilizaron mapas regionales resultantes de ensamblar 23 diferentes modelos de Circulación General de la Atmósfera y Océano Acoplado (MCGAyOA). El análisis de éstos mapas muestra que para la mitad del siglo XXI la temperatura media diaria anual en el estado de Tabasco se puede incrementar entre 1.1 °C hasta 1.6 °C para el mejor y el peor escenario respectivamente. En lo que respecta a la precipitación total anual, ambos escenarios muestran que ésta se mantendrá prácticamente sin cambio en la mayor parte del estado; excepto en pequeñas áreas en la subregión de la Chontalpa, donde se esperaría una reducción promedio entre el 5 % y el 7.5 %. Con base en el conocimiento ecofisiológico de cultivos y animales de granja se hacen algunos señalamientos generales de las posibles implicaciones que tendrían esos escenarios en las actividades agropecuarias en el estado de Tabasco.

Palabras clave: Modelos ensamblados, anomalías, incertidumbres, actividades agropecuarias.

ABSTRACT

This study presents an analysis of two scenarios (B1 and A2) of greenhouse gas emissions (equivalent to RCP2.6 and RCP8.5 respectively), and their effect on increases in mean annual daily temperature and total annual precipitation in the state of Tabasco for the year 2050. For this, regional maps resulting from assembling 23 different models of General Circulation of the Atmosphere and Coupled Ocean (GCAM and CO) were used. The analysis of these maps shows that by the middle of the 21st century, the mean annual daily temperature in the state of Tabasco may increase between 1.1 °C and 1.6 °C for the best and worst scenarios, respectively. Regarding the total annual precipitation, both scenarios show that it will remain practically unchanged in most of the state, except in small areas in the Chontalpa subregion, where an average decrease of between 5% and 7.5% would be expected. Based on the ecophysiological knowledge on crops and farm animals, some general indications are made of the possible implications that these scenarios would have on agricultural activities in the state of Tabasco.

Keywords: Assembling models, anomalies, uncertainties, agricultural activities.

1 INTRODUCCIÓN

El Panel Intergubernamental en Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés) desarrolló entre 1990 y 2014, una serie de escenarios de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), los cuales han sido ampliamente aplicados para la construcción de modelos de Circulación General de la Atmósfera y Océano Acoplado (MCGAyOA) y así evaluar los impactos posibles del cambio climático a nivel regional (IPCC, 2003 y 2014). Estos escenarios de emisión representan el futuro del mundo en dos dimensiones: Un mundo enfocado en un desarrollo ambiental o económico, y un mundo con patrones de crecimiento global o regional (Conde-Álvarez y Gay-García, 2008). De esta división surgen cuatro familias de escenarios que divergen cualitativa y cuantitativamente. Las dos familias “A” (A1 y A2) y sus equivalentes RCP6.0 y RCP8.5 por ejemplo, sitúan un alto crecimiento económico, mientras que las dos familias “B” (B1 y B2) y sus equivalente RCP2.6 y RCP4.5, exploran las consecuencias de un crecimiento económico más bajo. Las familias “A1” y “B1” (RCP6.0 y RCP2.6) están orientadas hacia la convergencia global, mientras que las familias “A2” y “B2” (RCP8.5 y RCP4.5) se enfocan en las estructuras regionales. Es importante señalar que todos los escenarios exploran diversas estructuras posibles de los sistemas de energía futuros y que todos ellos son igualmente posibles. El escenario B1 (RCP2.6) plantea un mundo globalizado con énfasis en la sustentabilidad y equidad globalizada extensiva; mientras que un escenario A2 (RCP8.5) plantea un mundo heterogéneo dominado por el mercado, con el mayor crecimiento poblacional de los demás escenarios, pero con el menor desarrollo económico. El IPCC (2007 y 2014), reporta las proyecciones globales del calentamiento global hasta el año 2100, bajo esos diferentes escenarios de emisiones de GEI. De esas proyecciones, los escenarios B1 y A2 (RCP2.6 y RCP8.5) representan al escenario menos y más desfavorable respectivamente con un 90 % de confianza de posibilidad de ocurrencia. Para el caso de México, Magaña y Caetano (2007) y Conde *et al.* (2008) reportaron

mapas resultantes de un ensamble de 23 diferentes Modelos de Circulación General de la Atmósfera y Océano Acoplado (MCGAyOA) que generan los escenarios a nivel regional. Estos modelos consideran los siguientes elementos del clima: Atmósfera, continentes, océanos, aerosoles, ciclo del carbono, vegetación y química atmosférica. Estos mapas regionales para la República Mexicana se realizaron para diferentes escenarios y para los horizontes o periodos 2010-2039, 2040-2069 y 2070-2099. A la fecha, es el recurso más avanzado de que se dispone para el estudio del clima (con malla de 50 x 50 km) para la construcción de escenarios de cambio climático, para diversos horizontes y variables. El análisis de esos mapas permite determinar los posibles cambios en la temperatura media anual y de la precipitación total anual en los diversos escenarios y climatologías para el estado de Tabasco y predecir sus posibles impactos en las actividades agropecuarias.

2 MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

Este estudio se realizó en el estado de Tabasco que se localiza geográficamente en la región sureste de la República Mexicana, entre las latitudes 17°15' y 18°39' de Latitud Norte; y los 91°00' y 94°17' de Longitud Oeste. Limita al Norte con el Golfo de México, al Este con la República de Guatemala; al Sur con el Estado de Chiapas y la República de Guatemala y al Oeste con el estado de Veracruz (INEGI, 2015). La Figura 1 muestra la ubicación del estado de Tabasco en la República Mexicana; así como las subregiones que lo integran.

Figura 1. Localización del estado de Tabasco en México y las subregiones que lo integran. (Elaboración propia).



Escenarios y mapas seleccionados.

En el presente estudio se analizarán y discutirán solo dos escenarios (A2 y B1) que el IPCC, (2014) rebautizó como RCP8.5 y RCP2.6 respectivamente; dónde RCP significa Trayectorias de Concentración Representativa (por sus siglas en inglés), y un solo periodo (2040-2069) con un punto intermedio en el año 2050, para describir los cambios esperados en la temperatura y la precipitación en el estado de Tabasco. Para ello se utilizaron 8 de los mapas reportados por Magaña y Caetano (2007) que muestran las anomalías y su incertidumbre, de la temperatura y la precipitación. Este análisis permite realizar un diagnóstico de los posibles impactos de estos cambios, sobre el sector agropecuario en el estado de Tabasco para mediados del presente siglo.

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La temperatura, sus anomalías e incertidumbres para escenario B1 (RCP2.6) en el año 2050.

Como se aprecia en la siguiente Figura 2, la anomalía de la temperatura esperada en este escenario B1 (RCP2.6) va de 1.25° a 1.50 °C a mediados de siglo (2050) para la mayoría del estado. Asimismo, se puede observar que para la zona sur-oriental de la subregión de los Ríos (municipios de Balancán y Tenosique) las anomalías varían entre 1.00 °C a 1.25 °C (Zona A) y son menores al resto del estado. En los mapas correspondientes a la incertidumbre asociada a la anomalía de dicho escenario, (Figura 3) ésta fluctuó entre 0.25 °C a 0.50 °C para todo el estado en el periodo selecto.

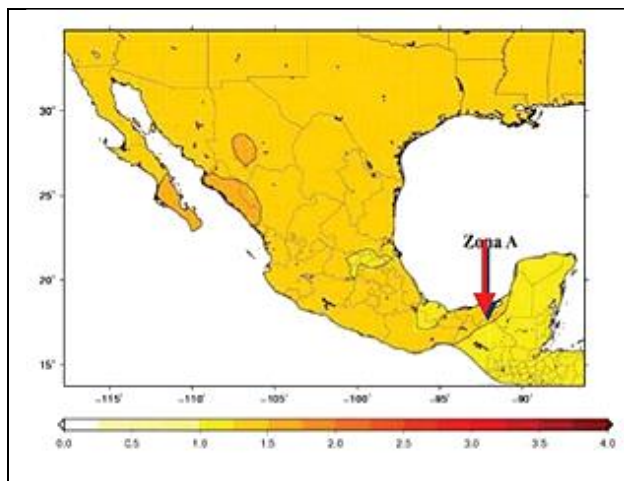


Figura 2. Anomalías esperadas en la temperatura para el escenario B1 (RCP2.6), para el clima del año 2050.

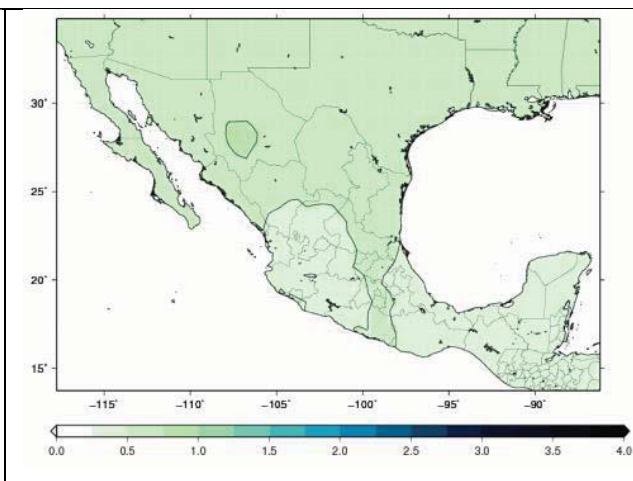


Figura 3. Incertidumbre esperada en la temperatura para el escenario B1 (RCP2.6), para el clima del año 2050.

En las Figuras 4 y 5 se muestran las anomalías y las incertidumbres de la temperatura esperadas para el año 2050 para el peor escenario A2 (RCP8.5). Se puede apreciar que las anomalías esperadas fluctúan entre 1.50 °C a 1.75 °C y la incertidumbre fluctúa entre 0.25 °C a 0.50 °C. Además se puede apreciar que las Figuras 3 y 5, muestran la misma incertidumbre.

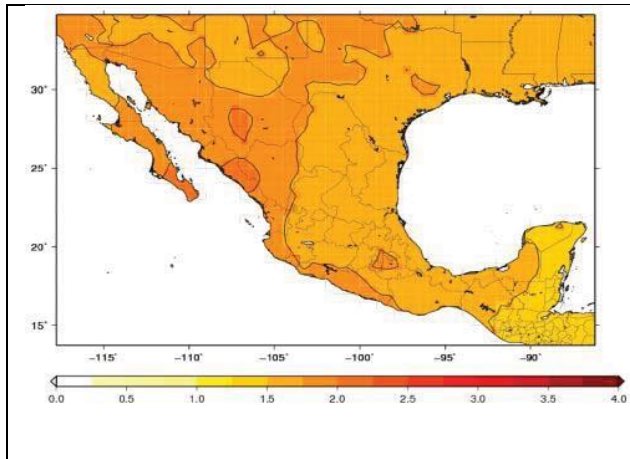


Figura 4. Anomalías esperadas en la temperatura para el escenario A2 (RCP8.5), para el clima del año 2050.

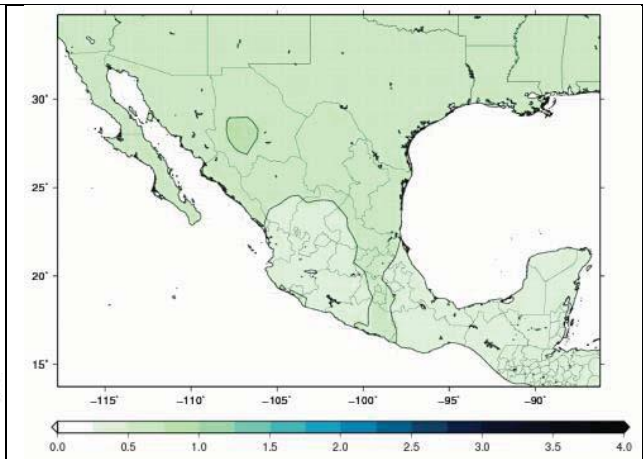


Figura 5. Incertidumbre esperada en la temperatura para el escenario A2 (RCP8.5), para el clima del año 2050.

Si se toma el valor medio de las anomalías y se le incluye el valor medio de la dispersión o incertidumbre, se obtiene que la temperatura se incrementará en el escenario B1 (RCP2.6) entre 1.1 °C para la subregión de los Ríos y 1.4 °C para la mayoría del estado. En cambio, para el escenario A2 (RCP8.5); en todo el estado la temperatura se incrementará en promedio en 1.6 °C tal y como se muestra en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Variación promedio en los valores de las anomalías de la temperatura media anual (°C) para el estado de Tabasco para los 2 escenarios selectos y para el horizonte 2050.

ESCENARIO	ZONA	2050
B1 (RCP2.6)	Zona A	1.1 °C
	Mayoría del estado	1.4 °C
A2 (RCP8.5)	Todo el estado	1.6 °C

Es importante señalar que si todos los escenarios son posibles, el incremento de la temperatura media anual para la mayoría del estado de Tabasco puede ocurrir desde 1.4 °C hasta un máximo 1.6 °C a mediados del presente siglo.

La precipitación sus anomalías e incertidumbres para ambos escenarios.

En las Figuras 6 y 8, se muestra la anomalía esperada en ambos escenarios B1 y A2 (RCP2.6 y RCP8.5). Se aprecia que las anomalías de ambos escenarios muestran una indefinición que va de -5 % a +5 %. Esto significa que bajo ambos escenarios, prácticamente no se espera cambio en la precipitación total anual en la mayoría de la superficie del estado de Tabasco.

También se puede observar en ambos mapas, que una pequeña zona al occidente del estado de Tabasco (Zona A: subregión de la Chontalpa y una pequeña parte de la subregión Centro) las anomalías son mayores al resto del estado y mostraron consistentemente una tendencia a la

disminución de la precipitación total anual entre el 5 % al 10 % que en promedio se tendría una disminución del 7.5 %. Al comparar los mapas de las Figuras 7 y 9, se muestra que la incertidumbre asociada a dicho escenario, fluctuó para la mayoría del estado entre 5 % a 10 %. Es decir, que la disminución esperada de la precipitación, tiene una seguridad de que ocurra entre el 90 % al 95 %; mientras que en la Zona A, la seguridad se reduce entre un 85 % a un 90 %.

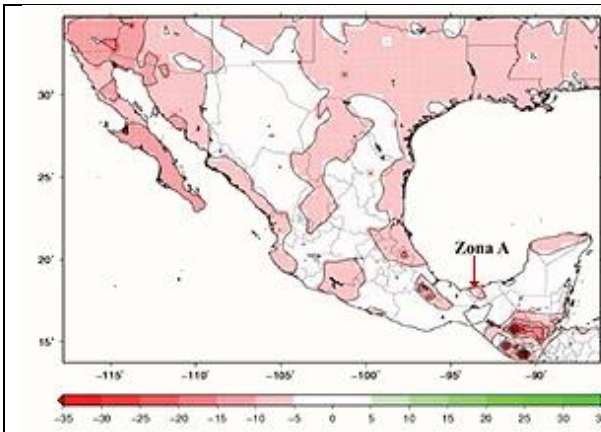


Figura 6. Anomalías esperadas en la precipitación total anual (%) para el escenario B1 (RCP2.6), para el clima del año 2050.

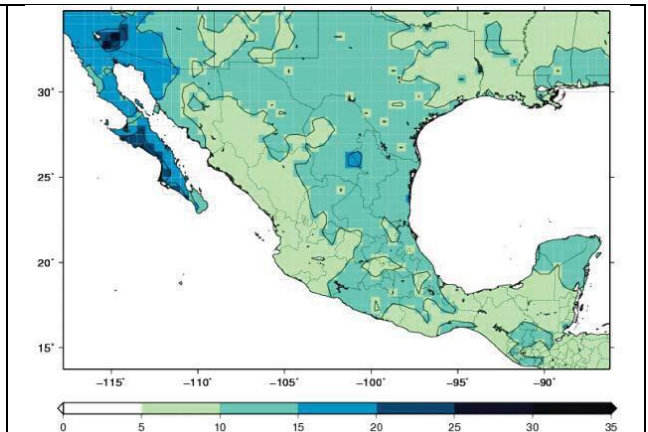


Figura 7. Incertidumbre esperada en la precipitación total anual (%) para el escenario B1 (RCP2.6), para el clima del año 2050.

En la Figura 8, se aprecia que, hasta mediados de siglo no hay una clara tendencia en la ocurrencia de disminución o incremento en la precipitación total anual en todo el estado de Tabasco. Mientras que la incertidumbre para este escenario A2 (RCP8.5) en el estado de Tabasco es similar al del escenario B1 (RCP2.6) que se muestra en la Figura 7.

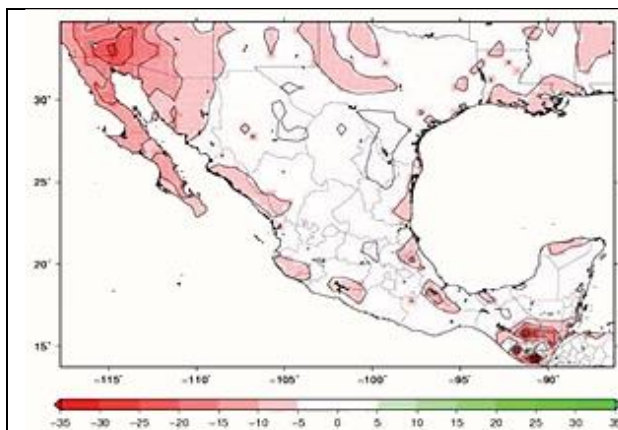


Figura 8. Anomalías esperadas en la precipitación total anual (%) para el escenario A2 (RCP8.5), para el clima del año 2050.

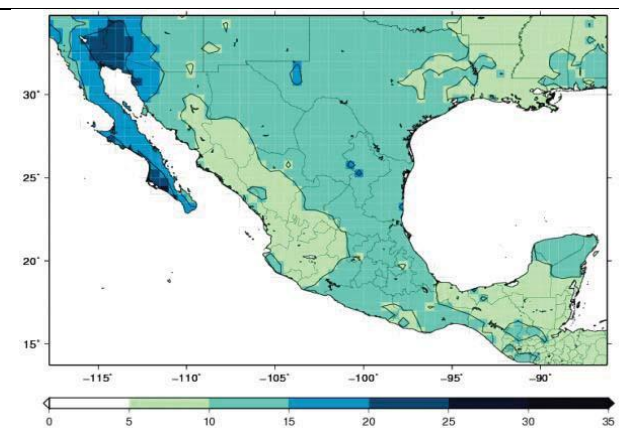


Figura 9. Incertidumbre esperada en la precipitación total anual (%) para el escenario B1 (RCP2.6), para el clima del año 2050.

El Cuadro 2, muestra los valores promedio de las anomalías esperadas de la precipitación para el año 2050. En ese cuadro se puede observar que el cambio promedio en la precipitación total anual para la mitad del Siglo XXI puede variar desde cero (para la mayoría del estado), hasta tener una disminución del 7.5 % (en una pequeña área al occidente del estado), para ambos escenarios. Ya que todos los escenarios son posibles.

Cuadro 2. Variación promedio en los valores de las anomalías de la precipitación total anual (%) para el estado de Tabasco para los 2 escenarios selectos a mediados de siglo.

Escenario	Zona	2050
B1	Zona A	-7.50%
	Mayoría del estado	Sin cambio
A2	Zona A	-7.50%
	Mayoría del estado	Sin cambio

Resumiendo, se puede afirmar que en el caso de la precipitación las anomalías y las incertidumbres son de tal magnitud que no afectan significativamente el ciclo hidrológico, y se puede asumir que sus efectos serán insignificantes aún en el escenario más pesimista. Baste recordar que para ambos escenarios se proyecta poca o nula variación en la precipitación en la mayoría del estado. Excepto las disminuciones de alrededor del 7.6 % en áreas muy pequeñas localizadas hacia el occidente del estado.

Proyección de los escenarios en el sector agropecuario para la mitad del siglo.

Tabasco es el estado donde más llueve en México, con lluvias totales anuales promedio que van de 1900 mm en la costa (norte) a casi 4000 mm en la sierra (sur) y donde escurre más de un tercio de toda el agua dulce de México, en cantidad suficiente para regar una superficie casi dos veces a la que actualmente se riega en el país. En Tabasco existe agua en abundancia y lluvia en exceso. Disminuciones del 5% o el 10% quizás tenga repercusiones leves en la biodiversidad, pero no en la agricultura.

Dado que las anomalías en precipitación para ambos escenarios son nulas y/o poco significativas para el estado de Tabasco, los efectos de un cambio climático sobre las actividades agropecuarias serán principalmente debido a los incrementos en la temperatura. El Cuadro 1 muestra que a mediados de siglo se proyecta una anomalía promedio de la temperatura entre 1.1 a 1.6 °C. La siguiente cuestión es como esos incrementos podrían impactar sobre las actividades agropecuarias del estado de Tabasco.

Se sabe que los organismos poikilotérmicos (plantas e insectos) conforme se incrementa la temperatura acortan su ciclo de vida (Campbell y Norman, 1998). También se sabe que, a menor

duración en el ciclo de vida, las plantas tienen menor tiempo disponible para fotosintetizar y producir biomasa y como consecuencia se tiene menor rendimiento (Nájera y Arteaga, 2000). Efectos contrarios ocurren sobre la fotosíntesis debido a los incrementos de la concentración del CO₂ en la atmósfera en estas últimas décadas, que incrementan su eficiencia; en particular, sobre las plantas C₃ que son la mayoría de las plantas cultivadas. Asimismo, los insectos plagas al tener ciclos más cortos de vida, incrementarían el número de generaciones por año. Se sabe asimismo que la tasa o velocidad con que se consume la biomasa durante la respiración se incrementa exponencialmente con la temperatura. De manera tal que, a mayor temperatura mayor consumo de biomasa y por ende menor acumulación de biomasa neta y menores rendimientos (Campbell y Norman, 1998). También al incrementarse la temperatura se esperaría un incremento en la demanda de agua por los cultivos (evapotranspiración).

Otro impacto que tendrían los incrementos de temperatura sería sobre la sensibilidad de los cultivos en determinadas etapas de su ciclo a temperaturas por encima de un cierto valor. Así por ejemplo, días con temperaturas iguales o mayores a 35 °C que ocurran durante la etapa reproductiva del maíz pueden reducir los rendimientos en 10.3 kg ha⁻¹ en promedio, por cada día (Neild, 1982).

Incrementos de 1.6 °C a mediados de siglo puede dificultar las medidas de adaptación, pero aún es posible establecerlas para minimizar los efectos del incremento en la temperatura. En este escenario todavía se pueden realizar adaptaciones para que la producción de granos se vea menos impactada. Una alternativa de adaptación a este escenario es utilizar híbridos y/o variedades de ciclo más largo o más tolerantes a altas temperaturas o realizar una reconversión a cultivos más tolerantes al calor como son las cucurbitáceas (sandía, melón, pepino, calabaza) y solanáceas (Chile, jitomate) que son cultivos amantes del calor.

Sintetizando algunos de los principales impactos esperados, éstos serían: Reducción del ciclo de vida de cultivos anuales e insectos plaga; disminución de los rendimientos en cultivos anuales; incrementos en la demanda evapotranspirativa de los cultivos; mayores problemas en la polinización; mayores problemas de abortamiento de flores por calor excesivo en la etapa reproductiva; todos ellos con similar efecto en la disminución de los rendimientos.

De todo lo anterior se desprende que los impactos esperados no son tan lineales, pues ocurren procesos complejos y en contrasentido. Pero en términos generales, aún cuando la eficiencia fotosintética sea mayor, los ciclos de vida y las tasas de respiración serán los procesos dominantes, desencadenando una baja en la producción de alimentos de origen vegetal si no se realizan medidas de adaptación.

En el caso de los animales de granja, existe evidencia científica que señalan que para un mismo valor de la humedad relativa, a mayor temperatura, los animales de granja incrementan su

índice de discomfort y su adaptabilidad al ambiente, traduciéndose esto en una menor producción de carne, leche y huevo (WMO, 2012), cuyo decremento es proporcional al incremento en la temperatura.

Todo se reduce a decir que la producción de alimentos se reducirá proporcionalmente al incremento en la temperatura por los argumentos antes descritos para la mitad del siglo y bajo este escenario.

En el caso de la ganadería, baste recordar que más de la mitad de la superficie del estado de Tabasco se dedica a la ganadería bovina. En Tabasco se utilizan principalmente cuatro sistemas de producción de bovinos: El de cría vaca-becerro (V-B), que es el más extensivo; el de engorda (E) de los becerros que produce el sistema anterior; el de doble propósito (DP), que es producción de leche y becerro de destete y la Cría de sementales (CS), que es una actividad muy especializada.

Para entender como bajo los incrementos de temperatura de ambos escenarios afectarían las actividades ganaderas es importante señalar como responde el ganado a incrementos a la temperatura dada su condición de organismo homeotérmico.

El estrés por calor provoca en el ganado bovino lo siguiente: Reducción en el consumo de alimento; reducción en la absorción de nutrientes; reducción en la producción de leche; disminución en la actividad animal; incremento en la tasa de respiración y sudoración; disminución de la masa corporal; baja de defensas del organismo y disminución en la tasa de apareamiento. Asimismo, menor adaptabilidad ambiental en aves de corral y cerdos que repercute en su producción y productividad.

Lo anterior indica que la ganadería en Tabasco es muy vulnerable a un calentamiento global y cambio climático. Conforme aumenten las temperaturas, se producirá cada vez, menos carne y menos leche en aquellas razas y cruces menos tolerantes al estrés térmico. Asimismo, los ganaderos que se dediquen a la cría de sementales, verán disminuida su productividad ya que bajo estrés térmico el ganado disminuye significativamente su tasa de apareamiento.

Todo lo anterior se reduce a afirmar que la producción de alimentos se reducirá proporcionalmente al incremento en la temperatura por los argumentos antes descritos para la mitad del siglo.

4 CONCLUSIONES

Del análisis de los dos escenarios selectos, se concluye que la temperatura se incrementará en la mayoría del estado en entre 1.4 °C a 1.6 °C para el mejor y peor escenario (B1 o RCP2.6 y A2 o RCP8.5) respectivamente, en la mitad del presente siglo. Mientras que en la subregión de los Ríos y para el escenario B1 (RCP2.6), solo se incrementará en 1.1 °C. Excepto en partes de la subregión

de la Chontalpa, donde se espera una anomalía mínima entre el decremento ente el 5 % al 10 % de la precipitación total anual, en la mayoría del estado de Tabasco no se espera cambio dicha variable. La producción y productividad de agroalimentos de origen vegetal y animal se verá afectada negativamente, principalmente por el incremento de la temperatura.

REFERENCIAS

Campbell, G.S. and J.M. Norman. (1998). An introduction to Environmental Biophysics. Second edition. Springer Science+Bussiness Media, Inc. USA. 286 p.

Conde-Álvarez, A.C., Gay-García, C. (2008). Guía para la Generación de Escenarios de Cambio Climático. Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM. México, D.F. 105 pp.

IPCC, (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático). (2014): Cambio Climático 2014: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental sobre Cambio Climático [Equipo principal de redacción, R. K. Pachauri y L. A. Meyer (eds.)]. IPCC, Ginebra, Suiza, 157 págs.

IPCC, (Intergovernmental Panel on Climate Change). (2007): Climate Change 2007: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Parry, Martin L., Canziani, Osvaldo F., Palutikof, Jean P., van der Linden, Paul J., and Hanson, Clair E. (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom, 1000 p.

IPCC, (Intergovernmental Panel on Climate Change). (2003). Intergovernmental Panel on Climate Change. Good practice guidance for land use, landuse change and forestry. Ed. Jim Gytarsky. Pub. Institute for Global Environment Strategies (IGES):

Magaña, V., Caetano, E. (2007). Pronóstico climático estacional regionalizado para la República Mexicana, como elemento para la reducción del riesgo, para la identificación de opciones de adaptación al cambio climático y para la alimentación del sistema: Cambio climático por estado y por sector. Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM. Dirección General de Investigación Sobre Cambio Climático. Informe Final Proyecto Num. INE/A1-006/2007. 19 p.

Nájera, M. N. L. y Arteaga, R. R. (2000). Antología del Curso de Agroclimatología. SEP/SEIT/DGETA. México, D.F. 227 p.

Neild, R. E. (1982). Temperature and rainfall influence on the phenology and yield of grain sorghum and maize: A comparison. Agric. Meteorol., 27: 79-88.

WMO, (World Meteorological Organization). (2012). Guide to Agrometeorological Practices. Chapter 12: Weather and climate and animal production. WMO-134. 799 p.

Referencias informáticas

Conde, C., B. Martínez, O. Sánchez, F. Estrada, A. Fernández, J. Zavala, C. Gay. 2008. Escenarios de Cambio Climático (2030 y 2050) para México y Centro América. Temperatura y Precipitación. En:

<http://www.atmosfera.unam.mx/cclimatico/escenarios/Escenarios_de_cambio_climatico_mexico_2088.htm>

INEGI, (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2015. Síntesis Geográfica del Estado de Tabasco. (En línea). Disponible en: www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras.